

DESINFECCIÓN DE AGUA POR MEDIO DE HIPOCLORITO DE SODIO ELECTROLITICO

ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE DESINFECCIÓN DE AGUA EN ARATOCA - SANTANDER

FEASIBILITY ANALYSIS OF IMPLEMENTATION OF A WATER DISINFECTION SYSTEM IN ARATOCA - SANTANDER

Fabio Leonardo Rivera Daza
Administrador Ambiental,
Profesional Ambiental en Fluvia SAS
Bogotá D.C, Colombia.
Leriver456@gmail.com / U2700952@unimilitar.edu.co

Artículo de Investigación

DIRECTOR

Ph.D. Ximena Lucía Pedraza Nájjar

Doctora en Administración – Universidad de Celaya (México)
Magíster en Calidad y Gestión Integral – Universidad Santo Tomás e Icontec
Especialista en gestión de la producción, la calidad y la tecnología - Universidad Politécnica de Madrid (España)
Especialista en gerencia de procesos, calidad e innovación – Universidad EAN (Bogotá D.C.)
Microbióloga Industrial – Pontifica Universidad Javeriana
Auditor de certificación: sistemas de gestión y de producto

Gestora Especialización en Gerencia de la Calidad - Universidad Militar Nueva Granada
ximena.pedraza@unimilitar.edu.co; gerencia.calidad@unimilitar.edu.co



La U
acreditada
para todos

ESPECIALIZACIÓN EN PLANEACIÓN AMBIENTAL Y MANEJO DE RECURSOS NATURALES
UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
NOVIEMBRE DE 2019

ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE DESINFECCIÓN DE AGUA EN ARATOCA - SANTANDER

FEASIBILITY ANALYSIS OF IMPLEMENTATION OF A WATER DISINFECTION SYSTEM IN ARATOCA - SANTANDER

Fabio Leonardo Rivera Daza
Administrador Ambiental,
Profesional Ambiental en Fluvia SAS
Bogotá D.C, Colombia.
Leriver456@gmail.com / U2700952@unimilitar.edu.co

RESUMEN

Para satisfacer la demanda actual global de agua potable se ha generado un uso creciente del recurso hídrico con tecnologías que no son accesibles económicamente para todas las poblaciones. Aratoca – Santander presenta constantes problemáticas poblaciones en lo que corresponde a la disposición de agua potable en zonas urbanas y rurales, la falta de tratamiento de agua potable en los acueductos rurales comprende un declinamiento en los servicios públicos ofrecidos. Este artículo se enfoca en fundamentar la inclusión de tecnología de desinfección de agua por medio de Hipoclorito de Sodio electrolítico (NaClO), tecnología de la empresa Fluvia SAS. en el municipio mencionado, por medio de comparaciones con otros métodos de desinfección, casos de éxito de la tecnología, y la forma correcta de implementación de esta tecnología; como resultado de este artículo se espera demostrar la factibilidad de adquirir este producto en el municipio, en el cual, se considera la fácil manipulación de los equipos y el bajo riesgo que representa la manipulación de la solución desinfectante y la portabilidad de la tecnología.

Palabras clave: Desinfección de Agua, Potabilización, Factibilidad, Hipoclorito de Sodio, Tecnología.

ABSTRACT

To meet the current global demand for drinking water, an increasing use of the water resource has been generated with technologies that are not economically accessible to all populations. Aratoca - Santander presents constant problematic populations in what corresponds to the provision of drinking water in urban and rural areas, the lack of treatment of drinking water in rural aqueducts includes a decline in the public services offered. This article focuses on supporting the inclusion of water disinfection technology through Electrolytic Sodium Hypochlorite (NaClO), technology of the company Fluvia SAS. in the mentioned municipality, by means of comparisons with other methods of disinfection, cases of success of the technology, and the correct form of implementation of this technology; As a result of this article, it is expected to demonstrate the feasibility of acquiring this product in the municipality, in which the

DESINFECCIÓN DE AGUA POR MEDIO DE HIPOCLORITO DE SODIO ELECTROLITICO

easy handling of the equipment and the low risk of handling the disinfectant solution and the portability of the technology are considered.

Keywords: Water Disinfection, Potabilization, Feasibility, Sodium Hypochlorite, Technology.

INTRODUCCIÓN

La salubridad y la calidad de agua comprenden elementos fundamentales para el desarrollo del bienestar humano y se considera una parte vital como instrumento para promover la salud y reducir la pobreza. Los correctos servicios de agua pueden evitar enfermedades tales como la diarrea, la arsenicosis, la fluorosis, la esquistosomiasis, el paludismo y el dengue, transmiten vectores que se reproducen en el agua. (Organización Mundial de la Salud, s.f.)

Por su parte en el Programa de la Conferencia de Río, se establecieron objetivos claros correspondientes a la protección de la calidad y suministro de agua potable, contemplando las siguientes conclusiones de suministro a todas las poblaciones del planeta. (ONU, 2015).

- El cumplimiento progresivo del acceso a agua potable segura y asequible y a saneamiento para todos;
- Mejoras significativas en la implementación de la gestión integrada de los recursos hídricos en todos los niveles según corresponda;
- La protección y la gestión sostenible de los ecosistemas, reconociendo su papel clave en el mantenimiento de la calidad y la cantidad de agua;
- Abordar los desastres relacionados con el agua tales como inundaciones y sequías, así como la escasez de agua;
- La reducción significativa de la contaminación del agua, el aumento de la calidad del agua y mejoras significativas en el tratamiento y reutilización de las aguas residuales;

DESINFECCIÓN DE AGUA POR MEDIO DE HIPOCLORITO DE SODIO ELECTROLITICO

- Mejoras en la eficiencia en el uso del agua y reducción de las pérdidas de agua.

Muchos de los desinfectantes utilizados han sido exitosos a niveles aceptables, lo que ha sido el principal criterio para determinar la calidad del agua potable. Actualmente es de gran interés de las agencias de protección ambiental internacionales la evaluación de los diferentes desinfectantes para que estén a la vanguardia de las nuevas tecnologías, priorizando la eliminación de al menos el 99% de *Cryptosporidium*, *Giardia cysts* y virus, respectivamente, en adición al criterio de remoción de coliformes. (Rodriguez, Rodriguez, Serodes, & Sadiq, 2007).

En este artículo se presenta la opción de tratamiento de agua de uso y consumo humano a través de desinfección por medio de Hipoclorito de Sodio electrolítico como caso de ejemplo para el municipio de Aratoca – Santander iniciando con una contextualización básica del funcionamiento del equipo, demostrando ventajas en comparación a otros productos de desinfección, antecedentes de la implementación hasta llegar a la metodología utilizada para la integración de esta tecnología al municipio.

El problema que se propende minimizar radica en las falencias en cobertura de la calidad de agua, enfatizando el agua potable como bien común que debe ser suministrada equitativamente en todo el territorio nacional, caracterizando el municipio como un foco de ejemplo en otros municipios.

En la Tabla 1 se relacionan datos obtenidos de IRCA (Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano) datos ofrecidos por el plan de desarrollo de 2016-2019. Se evidencia que hasta el 2015 no se ha producido agua apta para el consumo humano con relación a la Tabla 2. También se muestra la cobertura de la calidad del agua, el cual comprende

DESINFECCIÓN DE AGUA POR MEDIO DE HIPOCLORITO DE SODIO ELECTROLITICO

aproximadamente solo el 40% conforme a la tasa poblacional principalmente afectadas las zonas rurales.

Tabla 1. *Indicadores de Saneamiento básico Aratoca*

Tema	Variables/Indicador	2011	2012	2013	2014	2015	Fuente Variable
Calidad del agua	Sumatoria total valores IRCA por muestra calculados anualmente para un municipio.	763,1	187,9	49,6	88,7	1089,3	Instituto Nacional de Salud
	Número total de muestras anuales	19	10	5	8	42	Instituto Nacional de Salud
	Índice de riesgo de la calidad del agua (IRCA)	40,2	18,8	9,9	11,1	25,9	Instituto Nacional de Salud
Cobertura de la calidad del agua	Población que recibe agua segura por municipio (población que recibe agua sin riesgo, riesgo bajo y riesgo medio según el IRCA)	4394	6672	8331	6242		Instituto Nacional de Salud
	Población municipal DANE (Actualización 12 de mayo 2011)	8349	8340	8331	8322		Instituto Nacional de Salud
	Cobertura de agua segura (Porcentaje de población que recibe agua potable según IRCA)	52,6	80,0	100,0	75,0		Instituto Nacional de Salud

Nota: (Consejo Municipal de Aratoca, 2016)

Tabla 2. *Clasificación del Nivel de Riesgo en Salud según el IRCA*

Clasificación IRCA (%)	Nivel de riesgo	IRCA Mensual
0-5	Sin riesgo	Agua apta para consumo humano. Continuarla vigilancia.
5,1-14	Bajo	Agua no apta para consumo humano, susceptible de mejoramiento.
14,1-35	Medio	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de la persona prestadora del servicio
35,1-80	Alto	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de acuerdo con su competencia de la persona prestadora y de los alcaldes y gobernadores respectivos
80,1-100	Inviabile sanitariamente	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de acuerdo con su competencia de la persona prestadora del servicio, alcaldes, gobernadores y entidades del orden nacional.

Nota: (Ministerio de la Protección Social y MAVDT, 2007)

DESINFECCIÓN DE AGUA POR MEDIO DE HIPOCLORITO DE SODIO ELECTROLITICO

En la actualidad la zona Urbana de Aratoca posee un tanque de almacenamiento la cual se considera una oportunidad para la implementación de la tecnología de desinfección de agua por hipoclorito de sodio; recordemos que esta esta tecnología necesita de un abastecimiento de agua, ofreciendo ciertas ventajas debido a que eliminan varios de los problemas relacionados con la compra, el transporte, el almacenamiento y la aplicación del cloro gas o de soluciones de hipoclorito. Además, al partir del hecho que requiere energía, funcionará a través de energías alternativas, en este caso paneles solares; lo convertirá en un producto sostenible a través del tiempo. (Witt & Reiff, s.f.).

En este orden de ideas, es importante dar soluciones tangibles y rápidas para la problemática de abastecimiento de agua potable en Colombia como alternativa eficiente y sostenible; Se busca generar en el propio sitio el insumo desinfectante de baja concentración para inducir un uso extensivo y sistemático del mismo en sitios que puedan ser susceptibles de presencia bacteriana (pisos, ventanas, paredes, baños, charcos, nidos de mascotas etc.).

La ubicación del generador, la disposición del desinfectante y las precauciones correspondientes serán analizadas en este documento. Se espera que el desarrollo del proyecto sea acompañado por una campaña de capacitación y motivación correspondientes. (Fluvia SAS, 2015)

Se reconoce por la comunidad científica que el hipoclorito de sodio es un agente oxidante que ataca el sistema enzimático de los organismos unicelulares de manera irreversible. De esta manera inhibe su crecimiento de forma muy efectiva. La penetración de la pared celular del microorganismo lo hace el hipoclorito de sodio gracias a su pequeño tamaño molecular y a la ausencia de carga eléctrica. Esta efectividad es permanente y muy acelerada. (Fluvia SAS, 2015).

DESINFECCIÓN DE AGUA POR MEDIO DE HIPOCLORITO DE SODIO ELECTROLITICO

A continuación, se describe la metodología de investigación aplicada, teoría general para la realización del proyecto, insumos para llevar a cabo la investigación, resultados y conclusiones.

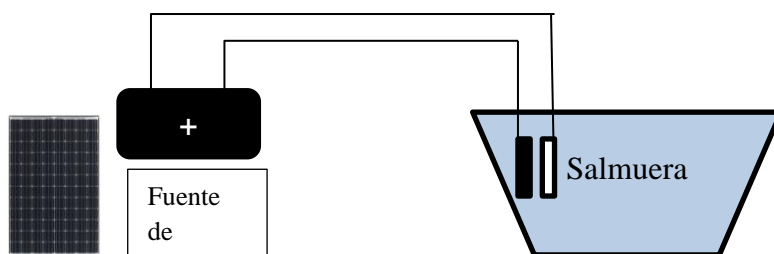
MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de la presente investigación se revisa información bibliográfica basada en artículos académicos y científicos, así misma consulta de organizaciones internacionales y nacionales para la orientación de la investigación a un fin determinado. Se efectúa consulta en el repositorio de la Universidad Militar Nueva Granada y en base de datos como PROQUEST con palabras claves directamente relacionadas con la presente investigación.

El modelo de trabajo para la presente investigación iniciara estableciendo terminología para el conocimiento del funcionamiento del equipo de desinfección de Hipoclorito de Sodio electrolítico (NaClO), el objetivo de esta investigación está encaminada a detallar y analizar factores que pueden optimizar la inclusión de la tecnología de desinfección de agua por medio de Hipoclorito de Sodio, verificar el potencial de inclusión de esta alternativa tecnológica.

Conforme a especificaciones técnicas del equipo generador de Hipoclorito de Sodio por parte de la empresa Fluvia SAS, está diseñado para generar el desinfectante usando un tanque en el que se vierte un volumen adecuado de agua con una cantidad de sal preestablecida y se sumerge un electrodo alimentado con corriente eléctrica o solar. (Ver Figura 1) (Clifford White, 1986)

Figura 1. *Esquema del generador de Hipoclorito de Sodio*



Nota: Fluvia SAS 2015

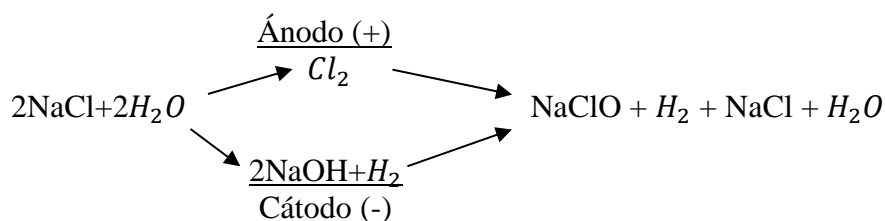
DESINFECCIÓN DE AGUA POR MEDIO DE HIPOCLORITO DE SODIO ELECTROLITICO

Recordemos que el Hipoclorito de Sodio (NaClO) funciona como liquido blanqueador, soda blanqueadora, Sal Sódica del Acido Hipocloroso, Blanqueador, Oxidloruro de Sodio. Las soluciones de este se preparan por dos métodos: primero en método químico, que se utiliza para preparar soluciones que van a permanecer almacenadas durante un largo tiempo, el segundo es un método electroquímico de producción in-situ, (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, sf)

Se utiliza comúnmente en: blanqueado de telas, control de olor, cloración de aguas de proceso o para bebida, eliminación de légamo y algas en piscinas, desinfección. Se emplea también en las industrias de pollos, granjas porcícolas, industrias lecheras, procesadoras de alimentos, refinerías de petróleo, refinerías de aceite, industria textil, industria de la pulpa y el papel, manufactura de jabón. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, sf)

La tecnología se realiza por medio del segundo método electroquímico mediante el uso de una celda electroquímica, se obtienen soluciones de Hipoclorito de Sodio, es necesario contar con una fuente de energía, siendo el caso de no contar con esta regularmente podrían implementarse energía solar o baterías (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, sf)

La electrólisis en presencia de energía se produce correspondiente a la siguiente reacción (Clifford White, 1986).



Las indicaciones plasmadas en el contenido del manual de uso de esta tecnología establecen la concentración de sal, el volumen de agua y el NaClO producido, el tiempo de operación del

DESINFECCIÓN DE AGUA POR MEDIO DE HIPOCLORITO DE SODIO ELECTROLITICO

equipo es generalmente 24 horas para la obtención del NaClO (Ver Tabla 3). Una vez obtenido el desinfectante al 0,5% se establece la Tabla 4 como regulador de dosificación al agua a potabilizar.

Tabla 3. *Preparación de la Salmuera*

Cloro Producido (gr)	Volumen de agua (L)	Sal (gr)
10	1,67	50
15	2,50	75
20	3,33	100
25	4,17	125
30	5,00	150
35	5,83	175
50	8,33	250
75	12,50	375
100	16,67	500
125	20,83	625
150	25,00	750

Nota: (Mendez, sf)

Tabla 4. *Concentración de cloro a utilizar para la desinfección de agua*

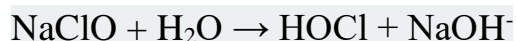
Volumen de agua a desinfectar	Cantidad de Cloro Líquido para agregar
1 L	4 gotas
2 L	8 gotas
1 Galón	15 gotas
5 L	20 gotas (1 ml)
10 L	40 gotas (2ml)

DESINFECCIÓN DE AGUA POR MEDIO DE HIPOCLORITO DE SODIO ELECTROLITICO

20 L (5 Gal)	4 ml (½ tapita)
100 L (25 Gal)	10 ml (1 ¼ tapitas)
200 L (50 Gal)	20 ml (2½ tapitas)
1000 L (250 Gal)	100 ml (12½ tapitas)

Nota: (Ministerio de salud pública, 2006)

El NaClO en el agua reacciona como desinfectante de la siguiente manera, el Hipoclorito de sodio es muy eficaz para la eliminación de hongos, virus y bacterias al igual que el Cloro.

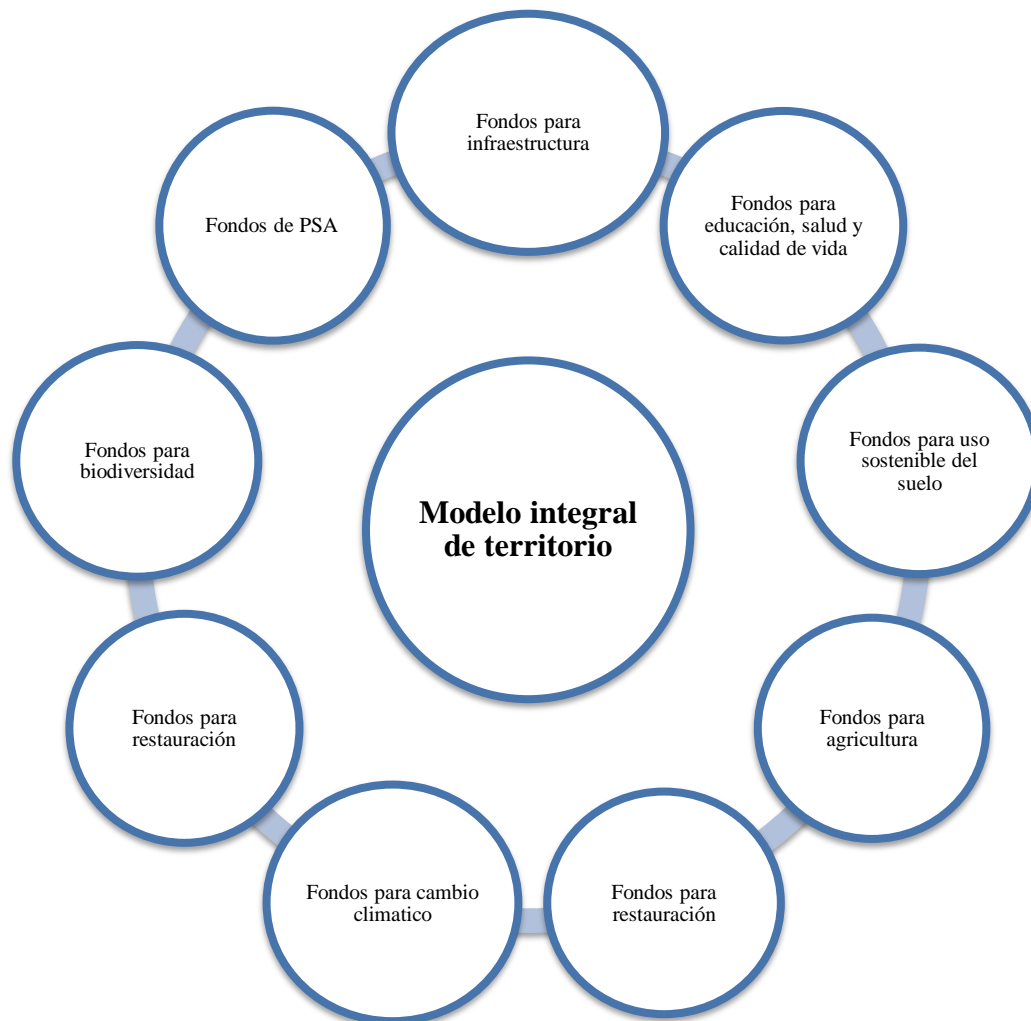


La sistematización de las ventajas adquiridas con énfasis en trabajo social y ambiental de la implementación de esta tecnología se convertirá en una herramienta clave para dar plena factibilidad a la implementación en Aratoca – Santander.

Con el fin de dar a conocer el éxito de implementación de este producto se mencionara como caso base de estudio el caso en el departamento del Chocó, el énfasis del proyecto y como fue asimilado en la comunidad en lo que corresponde a costos y sensibilización en cultura del agua, información suministrada por la empresa Fluvia SAS.

En consideración de especificaciones de la tecnología, el caso de éxito realizado y la situación actual del municipio de Aratoca – Santander se indagará sobre las posibles oportunidades de implementación de dicha tecnología, en la cual se pretende la integración del sector público.

En la siguiente figura se relacionan los métodos de financiación para proyectos de desarrollo integral del territorio, modelos integrales que pueden incluir diversidad de proyectos y programas cuyos objetivos encajan en los objetivos misionales de distintos fondos (Humboldt, 2017).

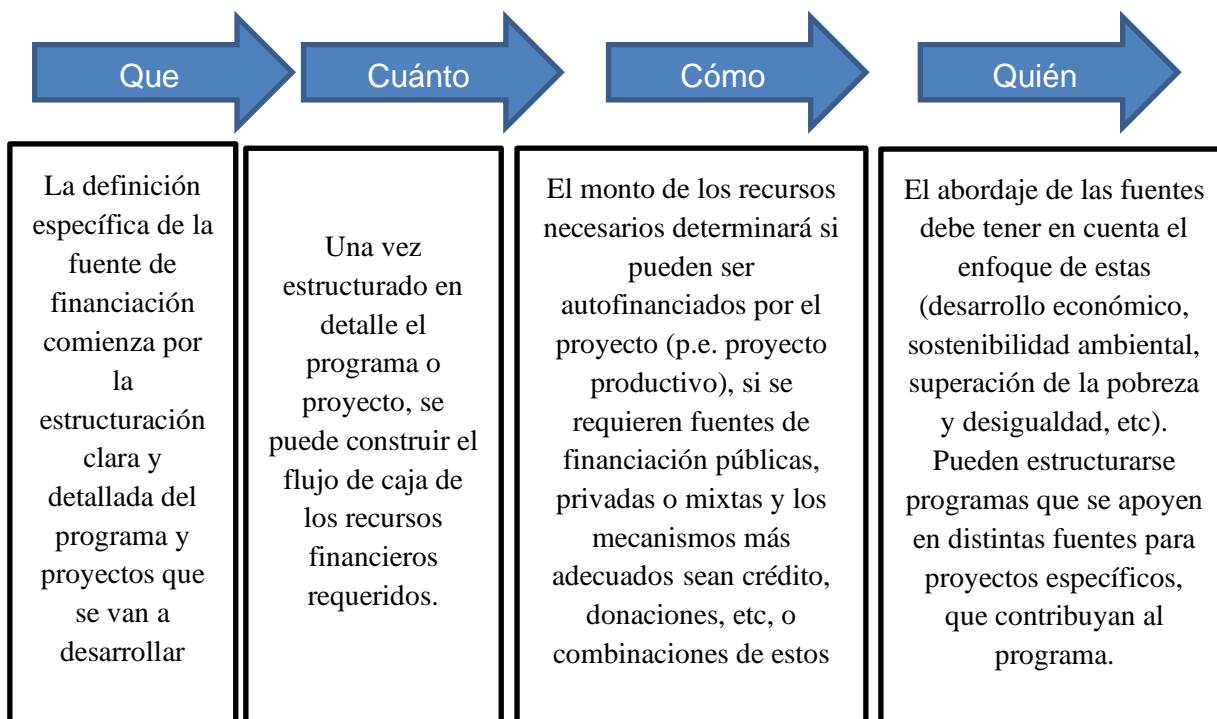
Figura 2. *Métodos de financiamiento específicos o adaptables a un modelo de integración*

Nota: (Humboldt, 2017)

No obstante para cada proyecto, deberá seguirse al menos un procedimiento general para la identificación de fuentes de recursos, en la Figura 3 se consideran los aspectos fundamentales a la hora de elegir un método de financiación claro si no se cuentan con recursos propios para la solución de un proyecto (Humboldt, 2017).

Figura 3. *Esquema de identificación de fuentes de financiamiento*

DESINFECCIÓN DE AGUA POR MEDIO DE HIPOCLORITO DE SODIO ELECTROLITICO



Nota: (Humboldt, 2017)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características que deben tener los métodos de desinfección para ser aplicables en el ámbito rural deben ser rápidos y efectivos; fácilmente soluble en agua en las concentraciones requeridas y capaz de proveer una acción residual; que no afecte el sabor, olor o color del agua. Y que sea de fácil de manipulación; en la siguiente tabla se expone un acercamiento conciso a las ventajas que presenta el equipo (Organización Mundial de la Salud, 2007).

Tabla 5. *Ventajas y desventajas del Generador de Hipoclorito de Sodio*

Equipo	Ventajas	Desventajas
Generador de Hipoclorito de Sodio	<ul style="list-style-type: none"> -No requiere transporte de productos clorados. Se produce in situ. Sencillo y fácil de operar. - Sumamente sencillo. Muy barato. Puede construirse localmente. Ideal para comunidades pequeñas. Error de dosificación menor del 10%. 	<ul style="list-style-type: none"> Requiere de vigilancia constante y personal entrenado para tomar precauciones de seguridad

DESINFECCIÓN DE AGUA POR MEDIO DE HIPOCLORITO DE SODIO ELECTROLITICO

Nota: (Organización Mundial de la Salud, 2007).

En la siguiente tabla se relacionan algunas cualidades del Equipo de desinfección comparado de manera general con otras alternativas.

Tabla 6. *Ventajas y desventajas del Generador de Hipoclorito de Sodio*

Ítem	Explicación	Comparación con otros medios de desinfección
Tiene acción residual	El hipoclorito de sodio mantiene una concentración residual después de aplicado que prolonga su acción en el tiempo	Otros agentes como el ozono o los rayos ultravioleta no tienen acción residual.
Su concentración es suficiente	Una concentración como esta es suficiente para la gran mayoría de las aplicaciones manteniendo otras ventajas como poca agresividad y alta estabilidad.	Una concentración mayor al 2% es mucho mayor a lo que normalmente se requiere en las aplicaciones domésticas.
Es altamente efectivo	La baja concentración del desinfectante está asociada a un PH relativamente bajo que mantiene su acción bactericida.	El hipoclorito de sodio de alta concentración normalmente está afectado con un PH alto que le resta acción bactericida
No es agresivo ambientalmente	La baja concentración es muy manejable tanto por el personal (que no está expuesto a efectos químicos agresivos) como en sus vertimientos con respecto a biota susceptible.	El hipoclorito de sodio de alta concentración (<2%) normalmente es muy agresivo para los operarios y en las corrientes. Una gran desventaja del hipoclorito de sodio comercial es su alta concentración que lo convierte en una sustancia corrosiva. Esta desventaja se aminora notablemente usando concentraciones menores (del orden del 0.5%).
Es muy estable	Se ha detectado permanencia hasta del 0,1% en productos fabricados un año antes	Un hipoclorito de sodio de alta concentración (<2%) se degrada muy rápido.
Se produce el sitio cuando se necesita a partir de sal, agua y energía	No es necesaria una logística compleja ni difícil, ni un almacenamiento critico pues se produce donde se aplica y cuando se requiere. El insumo principal es la sal (producto de la canasta familiar).	Hipocloritos comerciales se venden solo en sitios especiales.
Es el desinfectante más económico	El costo a favor del hipoclorito fabricado en el sitio está en una relación de 1:15	Otros sistemas de desinfección pueden ser más económicos, pero no da la confiabilidad de la correcta

DESINFECCIÓN DE AGUA POR MEDIO DE HIPOCLORITO DE SODIO ELECTROLITICO

		desinfección de agua, además, se convierten en productos de baja vida útil.
La concentración del desinfectante permite su manipulación segura-	baja A diferencia de los hipocloritos comerciales (Con concentraciones igual o superior a 2.5%) que presentan riesgos para su manipulación directa, el HPDS electrolítico (0.5%) permite ser manejado sin riesgos para la piel.	Los otros HPDS no pueden ser manipulados directamente.
Se dosifica de inmediato, sin necesidad de diluciones intermedias	Una concentración baja como esta se puede aplicar directamente a la mayoría de las aplicaciones domésticas.	Un HPDS de mayor concentración requiere necesariamente dilución por su agresividad.
Tiene amplio espectro contra los patógenos usuales	Es activo contra los agentes patógenos más significativos.	Es el desinfectante del agua más utilizado en el mundo por su efectividad, bajo coste
Portable	El equipo de generación de hipoclorito de sodio electrolítico es ideal para ser utilizado como elemento de emergencia debido a su portabilidad. Su instalación es sencilla y no requiere de herramientas especiales.	Ningún otro equipo de desinfección tiene esta característica.

Nota: (Fluvia SAS, 2015).

La empresa Fluvia SAS con anterioridad a generado un programa piloto en compañía constante del OIM – Organización Internacional para las Migraciones Colombia. En el cual, se suministró un equipo generador de Hipoclorito de Sodio In-Situ, acompañado de campañas de sensibilización entorno a la cultura del agua (Fluvia SAS, 2015).

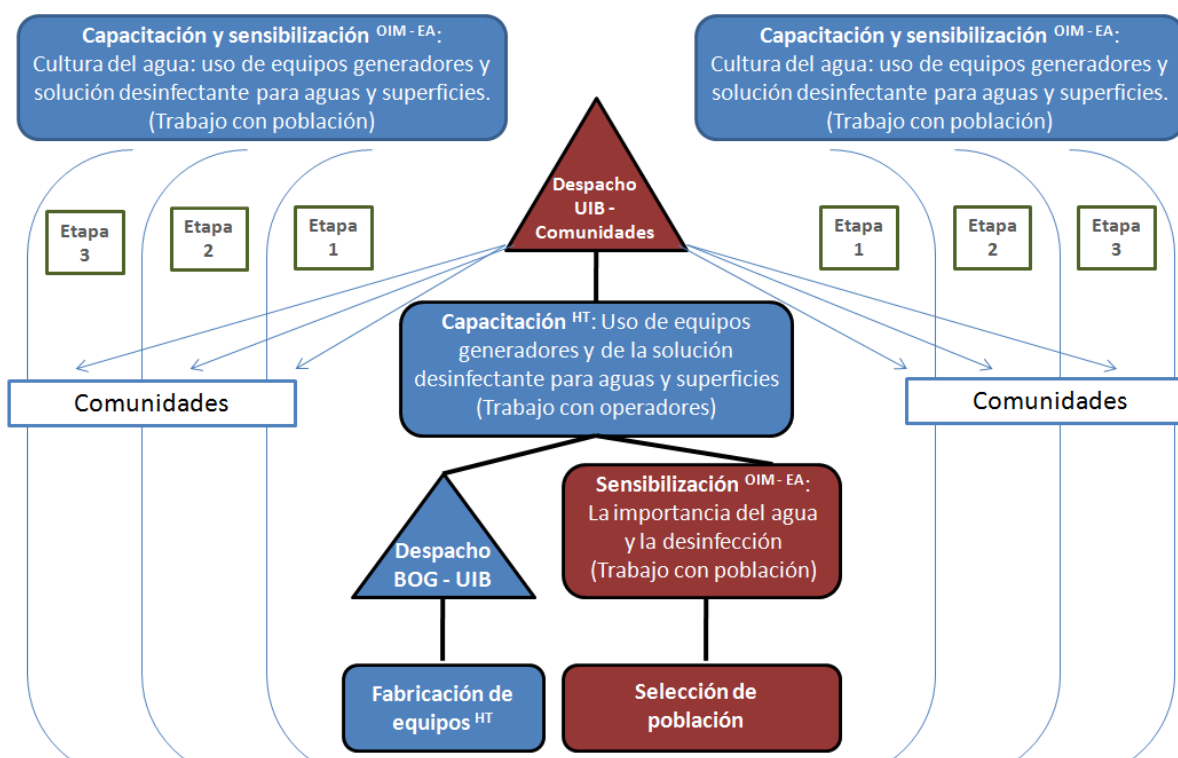
En la actualidad la empresa Fluvia SAS afirma que las comunidades muestran constante interés en temas relacionados con la salud, en lo que confiere temas de agua potable; la Entidad OIM establece jornadas continuas de capacitación, incluso la comunidad ha difundido los conocimientos con éxito consolidando la cultura del agua y la desinfección.

DESINFECCIÓN DE AGUA POR MEDIO DE HIPOCLORITO DE SODIO ELECTROLITICO

La inversión para la adquisición de equipos generadores de desinfectante fue de (COP\$ 21.522.240,00). cifra razonable para el alcance logrado en las mejoras en su calidad de vida en cuanto a salud y educación. El impacto social a sido trascendental a 494 familias beneficiadas que involucra una solución económica y práctica para atender problemas relacionados con salud y desinfección a la escala de las necesidades latentes del departamento.

La planeación de actividades ejecutada en el proyecto se relaciona en la Figura 4 enfatiza claramente la inclusión de la población.

Figura 4. Actividades realizadas a lo largo de la ejecución del proyecto

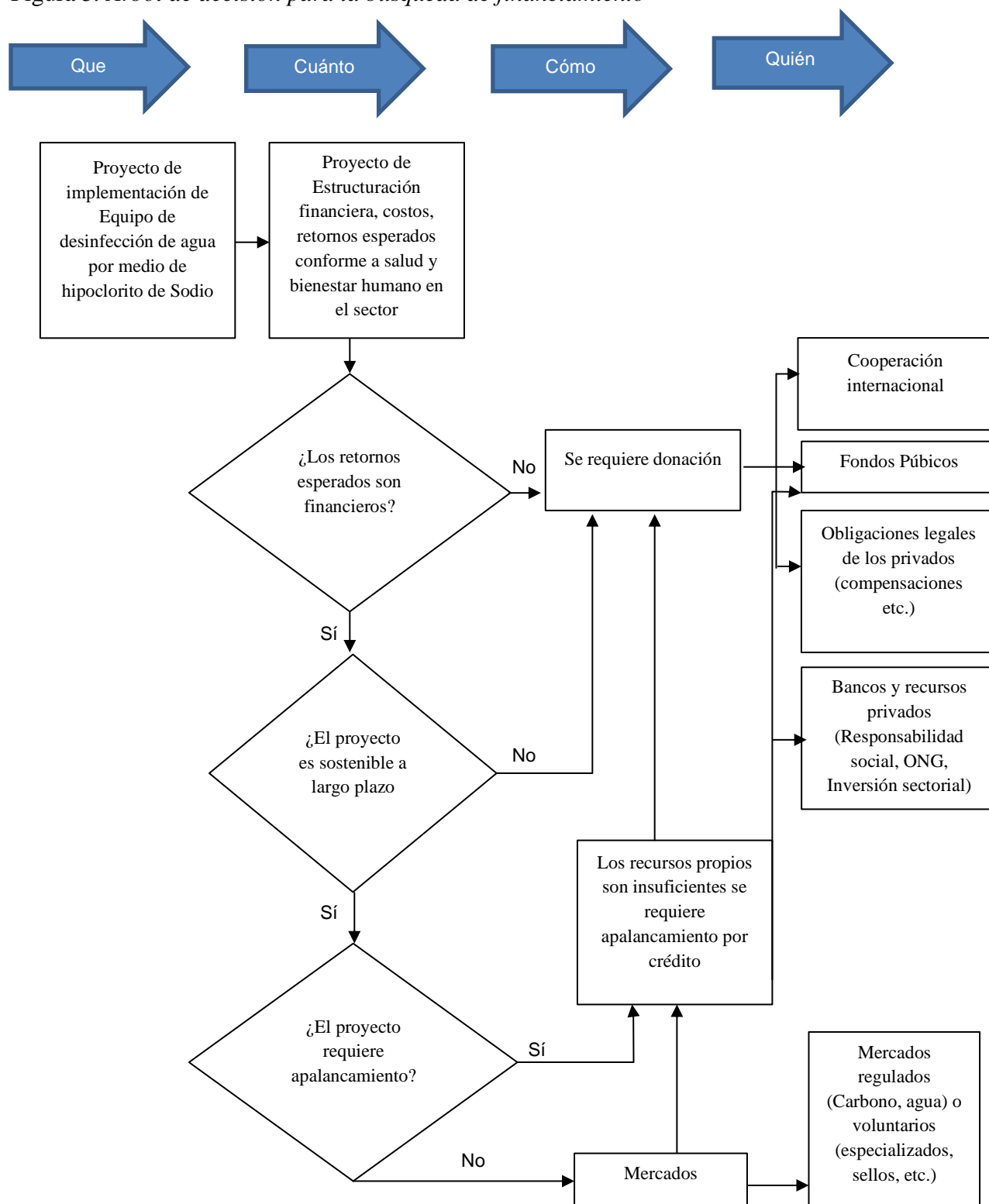


Nota: (Fluvia SAS, 2015)

Como parte del desarrollo del proyecto se genera el siguiente esquema de identificación de fuentes de financiamiento

DESINFECCIÓN DE AGUA POR MEDIO DE HIPOCLORITO DE SODIO ELECTROLITICO

Figura 5. Árbol de decisión para la búsqueda de financiamiento



Nota: (Humboldt, 2017).

DESINFECCIÓN DE AGUA POR MEDIO DE HIPOCLORITO DE SODIO ELECTROLITICO

Estos mecanismos de financiación pueden ser mezclados y es válido para cualquier cantidad de población en la que se reconoce la necesidad que los actores institucionales incidan constantemente en la comunidad, las metodologías de integración de sector público y privado se convierte en un eje de implementación de la tecnología de desinfección de agua por medio de Hipoclorito de Sodio.

Dentro de los objetivos de Desarrollo Sostenible para el actual Plan de Desarrollo de Aratoca se encuentra impulsar el progreso en el ámbito de acceso a mejores fuentes de agua, se plasman 4 ejes de desarrollo que dinamizaran el crecimiento económico regional (Consejo Municipal de Aratoca, 2016):

- Eje 1 Ambiental y construido
- Eje 2 Social e incluyente
- Eje 3 Integración regional
- Eje 4 Buen Gobierno

Ejes que vinculan directa e indirectamente el agua, considerando propósitos en lo que confiere la calidad y suministro, la proyección de recursos para el presente año fue de COP 165.803.566,40 en temas de acueducto y agua Potable; gran oportunidad para ser incluida la tecnología de desinfección de agua.

CONCLUSIONES

En Colombia existen grandes falencias en la cobertura de la calidad de agua, factores ocasionados por las industrias que contaminan cuerpos hídricos, grandes sequías y la dificultad para llevar agua a zonas alejadas; la desinfección de agua es de vital importancia para la salud de

DESINFECCIÓN DE AGUA POR MEDIO DE HIPOCLORITO DE SODIO ELECTROLITICO

las personas, una desinfección económica y sencilla, facilitaría a las poblaciones más alejadas y a tener constante accesibilidad al agua potable

Conforme a esta investigación aplicar y controlar bajo estas características el cloro es uno de los métodos que más aplica en el área rural. Es constante encontrar situaciones de Aratoca donde declaran la calamidad pública, donde varias comunidades aledañas incluyendo indígenas están afectadas por la falta de agua para animales, cultivos, aseo personal y preparación de alimentos.

En la actualidad Aratoca cuenta con proyectos a mediano plazo de la construcción de tanques en zonas rurales, sin asegurar la completa desinfección del agua. A modo de comparación, el equipo de Hipoclorito de Sodio a baja concentración (0,5%) tiene un amplio espectro de actividad bactericida, esporicida y virucida, la muerte de microorganismos por acción del cloro se debe a la combinación directa del cloro con las proteínas de las membranas celulares y de las enzimas; lo que ayuda a prevenir la transmisión de enfermedades transmitidas por el agua.

(McDonnell & Russell, 1999)

La revisión de los proyectos de desinfección de agua en materia de financiación no constituye una interpretación que comprometa solamente a la construcción de equipos de alto costo sino, que comprende las necesidades financieras de los distintos entes involucrados, se basa en el reconocimiento de los beneficios económicos y de rentabilidad que trae para los entes regionales

Los resultados obtenidos muestran la necesidad de combinar diversas fuentes y mecanismos aprovechando los componentes integrantes de los programas y proyectos para alinearse con las fuentes disponibles. No es necesario recurrir a fondos de objetivos ambientales para financiar un proyecto, pero si es necesario fijar objetivos flexibles en el proyecto para lograr acceder a distintas fuentes. Otra opción establecida para organismos privados corresponde a fuentes de

DESINFECCIÓN DE AGUA POR MEDIO DE HIPOCLORITO DE SODIO ELECTROLITICO

financiación que enfatizan en sus programas el tratamiento de aguas tales como Bancolombia, inversión 1% y Bancóldex la cual, se especializan en modelos de negocio inclusivos que benefician a comunidades de bajos ingresos en economías emergentes en planes de salud y asistencia médica, educación, energía, oportunidades de subsistencia, agua y servicios sanitarios, entre otros (Humboldt, 2017)

La evaluación de este tipo de proyectos, no se trata solo de establecer la relación costo-beneficio, sino también estimar de manera integral la revisión constante con carácter estratégico.

La vinculación de esta tecnología acercara a concientizar a la población de la desinfección del agua particularmente debido a su portabilidad, su instalación sencilla y que no requiere de herramientas especiales.

AGRADECIMIENTOS

A la empresa Fluvia SAS por brindarme información del proyecto, a mis padres Fabio Rivera y Rocio Daza por su constante apoyo y motivación a lo largo de mi desarrollo profesional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcaldía Municipal de Aratoca en Santander. (28 de Noviembre de 2017). *Información general Aratoca - Santander*. Recuperado el 2019, de Nuestro Municipio: <http://www.aratoca-santander.gov.co/municipio/nuestro-municipio>
- Clifford White, G. (1986). *Handbook of Chlorination*. USA: Library of Congress Catalog Card Number 85-5377.
- Consejo Municipal de Aratoca. (31 de Mayo de 2016). *Plan de Desarrollo 'Por el cambio de Aratoca, 2016-2019'*. Recuperado el 30 de Agosto de 2019, de Acuerdo Municipal N° 011: <http://www.aratoca-santander.gov.co/planes/plan-de-desarrollo-por-el-cambio-de-aratoca-20162019>

DESINFECCIÓN DE AGUA POR MEDIO DE HIPOCLORITO DE SODIO ELECTROLITICO

Fluvia SAS. (2015). *Consideraciones generales Sistema de Hipoclorito de Sodio*. Bogotá. Obtenido de Fluvia.co

Humboldt. (2017). *Fuentes y mecanismos de financiación susceptibles de aplicación en los programas y proyectos del modelo de integración territorial*. Obtenido de <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/34312/15-121-MecFinanciacion.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

McDonnell, G., & Russell, A. (1999). *Antiseptics and disinfectants: activity, action, and resistance*. Clinical Microbiology Reviews.

Mendez, N. M. (sf). *Manual de instalación, operación, y mantenimiento para generadores de hipoclorito de Sodio*. Recuperado el 2019, de La Biblioteca Virtual de SDE (BVSDE): www.bvsde.paho.org/bvsacd/congreso/aqac.pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=co

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (sf). *Guías para manejo seguro y gestión ambiental de 25 sustancias químicas peligrosas y guías ambientales de almacenamiento y transporte por carretera de sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos*. Obtenido de Guía 18 Hipoclorito de Sodio: http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias_qu%C3%ADmicas_y_residuos_peligrosos/guia_25_sustancias.pdf

Ministerio de la Protección Social y MAVDT. (22 de Junio de 2007). Resolución N° 2115. *Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano*. Bogotá, Colombia.

Ministerio de salud pública. (Enero de 2006). *Guía Técnica Tratamiento y Desinfección de agua para consumo humano por medio de Cloro*. Obtenido de CANTIDAD DE CLORO LÍQUIDO A DOSIFICAR: <http://desastres.usac.edu.gt/documentos/docgt/pdf/spa/doc0214/doc0214.pdf>

ONU. (2015). *Documento final Río +20 "El futuro que queremos"*. Río de Janeiro: Síntesis de las principales conclusiones y recomendaciones de la ONU Agua.

Organización Mundial de la Salud. (2007). *Guía para la selección de sistema de Desinfección*. Lima . Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/tecapro/documentos/agua/guiaseleccsistdesinf.pdf>

Organización Mundial de la Salud. (s.f.). *Agua, Saneamiento e Higiene - Salubridad y Calidad del agua*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

Poratti, G. G. (2010). *El shock del Siglo XXI* (1 ed.). Madrid: Red Universitaria.

DESINFECCIÓN DE AGUA POR MEDIO DE HIPOCLORITO DE SODIO ELECTROLITICO

Rodriguez, M. J., Rodriguez, G., Serodes, J., & Sadiq, R. (2007). *SUBPRODUCTOS DE LA DESINFECCIÓN DEL AGUA POTABLE: FORMACIÓN, ASPECTOS SANITARIOS Y REGLAMENTACIÓN*. Obtenido de

<http://ezproxy.umng.edu.co:2048/login?url=https://search-proquest-com.ezproxy.umng.edu.co/docview/210174066?accountid=30799>

Witt, V. M., & Reiff, F. M. (s.f.). *La Desinfección del Agua a Nivel Casero en Zonas Urbanas Marginales* y. Washington D.C. Obtenido de http://usam.salud.gob.sv/archivos/pdf/agua/Desinfeccion_Agua_Casero_Zonas_%20Urbanas_%20Marginales_Rurales.pdf